JOHE
Journal of Occupational Hygiene Engineering
J Occup Hyg Eng, 2022; 9(1): 46-54. Doi: 10.61186/johe.9.1.46
https://johe.umsha.ac.ir
UMSHA Press

Original Article

Assessment of the Resilience Culture of Safety Management Systems by Hierarchical Analysis Method; Case Study: Metal Industries in Countries, 2021

Sahand Abdollahpour[1], Abbas Bahrami[1,*], Hossein Akbari[1], Aliasghar Khajevandi[1]

[1] Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran

Article history:
Received: 28 June 2021
Revised: 17 November 2021
Accepted: 09 February 2022
ePublished: 18 April 2022

***Corresponding author:** Abbas Bahrami, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran.
Email: abbasbahrami9020@gmail.com

Abstract

Background and Objective: Resilience is the process of coping and successfully adapting to challenging and life-threatening situations which is a kind of positive adaptation to adverse conditions. One of the most serious challenges in the industry is maintaining the health and safety of employees while performing their job duties. The present study aimed to quantitatively evaluate resilience engineering indicators in the metal industries of Kashan, Iran, and prioritize using the AHP method.

Materials and Methods: The present cross-sectional study had two stages. First, the resilience questionnaire was distributed among 110 employees of six metal industry companies in Kashan by convenience sampling method. In the second stage, a questionnaire consisting of 6 questions was completed by 15 occupational health and metal industry experts and then the prioritization of resilience indicators was determined using hierarchical analysis. Expert choice software was used to determine the priorities. The total resilience score was calculated and statistically compared by t-test and ANOVA after weighting.

Results: The results indicated that the six main indicators of emergency preparedness, management commitment, reporting culture, awareness, learning culture, and flexibility with a final score of 0.921, 0,852, 0.517, 0.513, 0.485, and 0. 428 were ranked first to sixth.

Conclusion: Emergency preparedness and management commitment were the most important indicators and the total resilience score in the metal industries of Kashan was 0.619.

Keywords: Hierarchical Structure, Metal Industries of Kashan, Resilience Engineering, Safety

Please cite this article as follows: Abdollahpour S, Bahrami A, Akbari H, Khajevandi A. Assessment of the Resilience Culture of Safety Management Systems by Hierarchical Analysis Method; Case Study: Metal Industries in Countries, 2021. *J Occup Hyg Eng.* 2022; 9(1): 46-54. DOI: 10.61186/johe.9.1.46

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-21]
[DOI: 10.61186/johe.9.1.46]

Copyright © 2022 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

JOHE
مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای
دوره ۹، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، صفحات: ۴۶-۵۴
https://johe.umsha.ac.ir
UMSHA Press

مقاله پژوهشی

بررسی فرهنگ تاب آوری سیستم های مدیریت ایمنی به روش تحلیل سلسله مراتبی مطالعه موردی: صنایع فلزی کاشان–۱۳۹۹

سهند عبداله پور[۱]، عباس بهرامی[۱*]، حسین اکبری[۱]، علی اصغر خواجه وندی[۱]

[۱] دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۴/۰۷
تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۲۶
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۲۰
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۱/۰۱/۲۹

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

* **نویسنده مسئول:** عباس بهرامی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران.
ایمیل:
abbasbahrami9020@gmail.com

چکیده

سابقه و هدف: تاب آوری فرایند مقابله و سازگاری موفقیت آمیز در برابر شرایط چالش برانگیز و تهدیدکننده زندگی است. به عبارتی دیگر، تاب آوری نوعی سازگاری مثبت در برابر شرایط ناگوار است. یکی از چالش های مهم در صنایع، حفظ سلامتی و ایمنی کارکنان در زمان انجام وظایف شغلی است. هدف اصلی این مطالعه ارزیابی کمّی شاخص های مهندسی تاب آوری در صنایع فلزی کاشان و اولویت بندی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه مقطعی دو مرحله داشت. ابتدا پرسش‌نامه تاب‌آوری بین ۱۱۰ نفر از کارکنان ۶ شرکت صنایع فلزی در کاشان با روش آسان توزیع شد. در مرحله دوم ۱۵ نفر از خبرگان بهداشت حرفه ای و کارشناسان صنایع فلزی پرسش‌نامه ای را تکمیل کردند که شامل ۶ سؤال بود و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، اولویت بندی شاخص های تاب‌آوری مشخص شد. به‌منظور مشخص کردن اولویت ها از نرم افزار Expert Choice استفاده شد. پس از وزن دهی نمره کل تاب‌آوری محاسبه و مقایسه آماری با آزمون های تی و آنووا انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد از میان شش شاخص اصلی به ترتیب آمادگی در برابر شرایط اضطراری با نمره نهایی ۰/۹۲۱، تعهد مدیریت با ۰/۸۵۲، فرهنگ گزارش دهی با ۰/۵۱۷، آگاهی با ۰/۵۱۳، فرهنگ یادگیری با ۰/۴۸۵ و انعطاف پذیری با ۰/۴۲۸ در رتبه اول تا ششم قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری: دو شاخص آمادگی در برابر شرایط اضطراری و تعهد مدیریت مهم‌ترین شاخص‌ها و نمره کل تاب‌آوری در صنایع فلزی کاشان ۰/۶۱۹ بود.

واژگان کلیدی: ایمنی، ساختار سلسله مراتبی، صنایع فلزی کاشان، مهندسی تاب‌آوری

استناد: عبداله پور، سهند؛ بهرامی، عباس؛ اکبری، حسین؛ خواجه وندی، علی اصغر. بررسی فرهنگ تاب آوری سیستم های مدیریت ایمنی به روش تحلیل سلسله مراتبی مطالعه موردی: صنایع فلزی کاشان-۱۳۹۹. مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، بهار ۱۴۰۱؛۹(۱): ۵۴-۴۶.

مقدمه

تاب‌آوری فرایندی پویا برای حفظ سازگاری مثبت و استراتژی‌های مقابله مؤثر در مواجهه با مشکلات تعریف شده است. توسعه صنایع، نرم افزارها و پروژه‌های زیرساختی، با وجود تمام فوایدی که برای بشر دارد، منبع تعداد زیادی از خطرات و شکست های مهم است [۱]. نیاز به استفاده از رویکردهای نوین به‌منظور توسعه ایمنی سیستم ها به گونه ای است که در طراحی سیستم، ضمن درس گرفتن از نتایج حوادث گذشته سازمان، روشی برای پیشگیری و به حداقل رساندن خسارات حوادث به کار گرفته شود. این انتظارات را می توان با نگرش جدید تحت عنوان مهندسی تاب‌آوری برآورده کرد [۲]. مهندسی تاب‌آوری الگویی برای مدیریت ایمنی است که بر چگونگی کمک به افراد برای مقابله با فشار رسیدن به موفقیت تمرکز می کند [۳]. تاب‌آوری به دنبال راه هایی برای افزایش توانایی برای ایجاد فرایندهای قدرتمند و منعطفی به‌منظور ارزیابی و تجدید نظر در مدل های خطر در همه سطوح سازمان است [۴].

مهندسی تاب‌آوری رویکرد جدیدی به‌منظور سنجش و حفظ

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.61186/johe.9.1.46]

ایمنی در سیستم های پیچیده است [۵]. تاب‌آوری در رشته مهندسی به عنوان توانایی تطبیق و جذب اختلالات، تغییرات و شکست ها تعریف می شود [۶]. به عبارت دیگر، اختلالاتی که سبب تغییرات نامطلوب در اجرای سیاست‌های سازمانی (قابلیت آسیب پذیری) و بازگشت مجدد به سطح عملکرد مطلوب (قابلیت جبران) است، در مهندسی تاب‌آوری مورد توجه قرار می‌گیرد [۷]. شواهد تجربی جمع آوری شده از مطالعات در سازمان های مختلف نشان می دهد تاب‌آوری از یک سازمان به سازمان دیگر کاملاً متفاوت است [۸].

پایه تاب‌آوری برای توصیف و تحلیل عملکرد سیستم در فعالیت های سازمان چهار قابلیت دارد که عبارت‌اند از: الف) ارائه پاسخی قوی و قابل انعطاف به تهدیدات منظم و نامنظم، ب) نظارت بر جریان های جاری حتی عملکرد خود، ج) پیش بینی خطرات و فرصت ها و اثرات وقایع بر یکدیگر، د) یادگیری از تجربه [۹]. Hollanangel و همکاران شش شاخص را برای ارزیابی تاب‌آوری پیشنهاد دادند که شامل تعهد مدیریت، فرهنگ گزارش دهی، فرهنگ یادگیری، آگاهی، آمادگی در برابر شرایط اضطراری و انعطاف پذیری است [۱۰].

در سال های اخیر روش های مختلفی برای سنجش تاب‌آوری در صنایع به کار گرفته شده است. این روش ها شامل روش تحلیل سلسله مراتبی فازی [۱۱]، روش تاپسیس فازی [۱۲] و روش مقایسه زوجی [۱۳] است. یکی از روش‌هایی که برای سنجش تاب‌آوری در صنایع به کار می‌رود، روش تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy Process: AHP) است. روش AHP یک فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تصمیم گیری چندمعیاره است [۱۴] که Thomas L. Saaty در دهه ۷۰ آن را در امریکا پیشنهاد داد [۱۵]. این روش بر اساس مقایسه زوجی بنا نهاده شده است و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می دهد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی به علت ماهیت ساده و در عین حال جامعی که دارد، مورد استقبال مدیران و کاربران مختلف واقع شده و از سوی محافل علمی نیز همواره مورد توجه بوده است [۱۶].

این روش هنگامی که عمل تصمیم گیری با چند گزینه و شاخص تصمیم گیری روبه‌رو است، مفید است. شاخص ها می توانند کمّی یا کیفی باشند. اساس این روش بر مقایسات زوجی نهفته است [۱۷]. با بررسی‌های انجام شده تاکنون مطالعه ای در زمینه اندازه گیری شاخص تاب‌آوری و اولویت بندی و وزن دهی شاخص‌ها با استفاده از روش AHP انجام نشده است. لذا این مطالعه با هدف سنجش شاخص‌های تاب‌آوری و استفاده از روش تصمیم گیری چندمنظوره با روش تحلیل سلسله مراتبی از دیدگاه ایمنی در صنایع فلزی شهر کاشان انجام شد.

روش کار

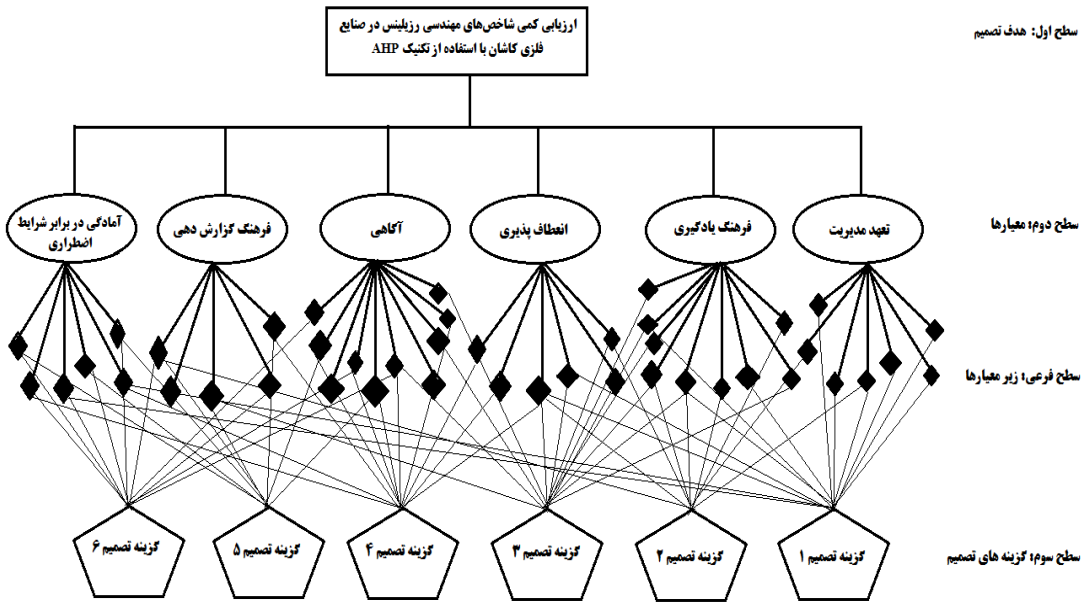
این مطالعه با هدف ارزیابی کمّی شاخص های مهندسی تاب‌آوری و وزن دهی هرکدام از شاخص‌ها با استفاده از روش AHP در ۶ کارخانه صنایع فلزی شهر کاشان شامل انجام شد. حجم نمونه بر اساس مطالعه انجام شده که به منظور ارزیابی کمّی تاب‌آوری در واحدهای عملیاتی شرکت ملی حفاری ایران بود [۱۳] و با در نظر گرفتن اطمینان ۹۵ درصد و دقت ۰/۲ حداقل نمونه با در نظر گرفتن ضریب ۱/۵ برای نمونه‌گیری طبقه‌ای حداقل نمونه لازم برابر با ۷۴ نفر محاسبه شد که در این مطالعه از ۱۱۰ نفر از کارکنان صنایع استفاده شد. جمع‌آوری اطلاعات در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول پرسش‌نامه تاب‌آوری که شامل ۶۰ سؤال بود و نمره‌دهی آن نیز به صورت لیکرت بود، در اختیار کارکنان کارخانه‌ها قرار گرفت. به این صورت که برای گرفتن اطلاعات با مراجعه به کارکنان هرکدام از واحدهای کارخانه‌ها، توضیحاتی راجع به نحوه تکمیل پرسش‌نامه‌ها ارائه می‌شد و سپس پرسش‌نامه در اختیار آن‌ها قرار گرفت تا آن را تکمیل کنند. مشارکت‌کنندگان کارکنان شاغل در ۶ شرکت از ۲۳ شرکت صنایع فلزی موجود در شهرکاشان به روش آسان انتخاب شدند. فعالیت این شرکت‌ها عموماً تولید لوله‌ها و مفتول‌های فلزی، باسکول‌های بزرگ و تابلوهای برق صنعتی بود. در مرحله دوم برای تعیین وزن هرکدام از شاخص‌های تاب‌آوری، ابتدا پرسش‌نامه ای شامل ۶ سؤال در قالب یک فرم مقایسه زوجی در اختیار خبرگان قرار گرفت. ۱۵ نفر از خبرگان که شامل ۳ نفر از اعضای هیئت علمی و ۱۲ نفر از کارشناسان صنایع فلزی بودند که با مفاهیم تاب‌آوری آشنایی داشتند، این پرسش‌نامه را تکمیل کردند. سپس نتایج با استفاده از روش AHP ارزیابی شد. اولویت بندی شاخص‌ها با استفاده از نرم افزار Expert choice مشخص شد.

مهندسی تاب‌آوری ۶ شاخص اصلی دارد که هرکدام از این شاخص‌ها چند آیتم دارند؛ الف) شاخص آگاهی که شامل ۱۰ آیتم است. ب) شاخص آمادگی در برابر شرایط اضطراری که شامل ۶ آیتم است. ج) شاخص فرهنگ یادگیری که ۹ آیتم دارد. د) شاخص تعهد مدیریت که ۷ آیتم دارد. هـ) شاخص فرهنگ گزارش دهی که شامل ۵ آیتم است. و) شاخص انعطاف پذیری در برابر شرایط اضطراری که ۶ آیتم دارد. در ادامه برای تعیین وزن هریک از زیرمعیارها از روش AHP و نرم افزار Expert Choice استفاده شد.

روش AHP یک روش تصمیم گیری چندمعیاره است که بر اساس مقایسات زوجی بنا نهاده شده است و امکان بررسی سناریوهای مختلف را می‌دهد. عناصر تصمیم شامل شاخص‌های تصمیم گیری و گزینه‌های تصمیم است. روش AHP نیازمند شکستن یک مسئله با چندین شاخص به سلسله مراتبی از سطوح است که سطح بالاتر بیانگر هدف اصلی فرایند، سطح دوم نشان دهنده شاخص های اصلی و سطح آخر گزینه‌های

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.61186/johe.9.1.46]



شکل ۱: نمایش سلسله مراتب در ارزیابی کمّی شاخص‌های مهندسی تاب‌آوری در صنایع فلزی کاشان با استفاده از روش AHP

تصمیم هستند (شکل ۱).

به منظور سنجش میزان اهمیت هریک از زیرمعیارهای شاخص‌های اصلی، زیرمعیارها به صورت دوبه دو با هم در قالب ماتریس مقایسه زوجی مقایسه شدند و بر این اساس برتری هر زیرمعیار نسبت به زیرمعیار دیگر تعیین شد. برای ارزش گذاری معیارها از جدول ۱ استفاده شد.

در گام بعد، با انجام محاسبات لازم اولویت هرکدام از عناصر تصمیم با استفاده از اطلاعات ماتریس مقایسات زوجی تعیین شد. سپس به منظور رتبه بندی گزینه‌های تصمیم، وزن نسبی هر عنصر در وزن عناصر بالاتر ضرب شد تا وزن نهایی آن به دست آید.

محاسبه نرخ ناسازگاری

نرخ ناسازگاری (IR): $IR = \frac{II}{IIR}$ (1)

IR: نرخ ناسازگاری؛ II: شاخص ناسازگاری؛ IIR: شاخص ناسازگاری تصادفی

برای به دست آوردن II (شاخص ناسازگاری) می توان از رابطه ۱ استفاده کرد:

رابطه ۱:
$$II=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$$

II: شاخص ناسازگاری؛ λmax: بزرگ ترین مقدار ویژه ماتریس؛ n: تعداد ابعاد ماتریس.

برای به دست آوردن λ_{max} (بزرگ ترین مقدار ویژه ماتریس) داریم:

- ماتریس زوجی را در بردار وزن به دست آمده از آن ضرب می کنیم،
- جواب حاصل را بر بردار وزن تقسیم می‌کنیم تا λ_{max}ها به دست آید،
- میانگین حسابی λ_{max} را محاسبه می کنیم تا میانگین λ_{max} به دست آید.

در انتها IIR (شاخص ناسازگاری تصادفی) را که به تعداد ابعاد ماتریس (n) وابسته است، از جدول ۲ استخراج و در رابطه ۱ جای گذاری می‌کنیم تا نرخ ناسازگاری حاصل شود.

جدول ۱: نحوه ارزش گذاری معیارها نسبت به هم در ارزیابی کمّی شاخص‌های مهندسی تاب‌آوری در صنایع فلزی کاشان با استفاده از روش AHP

ارزش ترجیحی	وضعیت مقایسه i نسبت به j	توضیح
۱	اهمیت برابر	گزینه یا شاخص i نسبت به j اهمیت برابر دارد.
۳	نسبتاً مهم‌تر	گزینه یا شاخص i نسبت به j کمی مهم‌تر است.
۵	مهم‌تر	گزینه یا شاخص i نسبت به j مهم‌تر است.
۷	خیلی مهم‌تر	گزینه یا شاخص i ارجحیت خیلی بیشتری از j دارد.
۹	کاملاً مهم	گزینه یا شاخص مطلقاً i از j مهم‌تر است و قابل مقایسه با j نیست.
۲، ۴، ۶ و ۸	--	ارزش های میانی بین ارزش های ترجیحی را نشان می‌دهد

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.61186/johe.9.1.46]

جدول ۲: مقدار شاخص ناسازگاری تصادفی با توجه به ابعاد ماتریس در AHP

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
IIR	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱	۱/۴۸	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۹

نحوه تحلیل داده ها

ابتدا میانگین نمره تاب‌آوری در هرکدام از خرده مقیاس‌ها محاسبه شد. برای استاندارد کردن خرده مقیاس‌ها، نمره کل هر خرده مقیاس به تعداد سؤالات خرده مقیاس مذکور تقسیم شد. درنهایت نمره به دست آمده به مقیاس ۱۰۰ تبدیل شد. سپس با استفاده از روش AHP و نرم افزار Expert Choice وزن هر خرده مقیاس محاسبه و نمره هرکدام از خرده مقیاس‌ها در وزن همان خرده مقیاس ضرب شد تا نمره کل مهندسی تاب‌آوری محاسبه شود.

درنهایت برای مقایسه آماری نمره تاب‌آوری در هرکدام از زیرگروه‌ها از تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد.

نتایج

در این مطالعه در فاز اول پرسش‌نامه تاب‌آوری که شامل ۶۰ آیتم بود، در اختیار کارکنان کارخانه‌ها قرار گرفت. نتایج نشان داد بیشترین فراوانی سنی کارکنان در محدوده ۳۰ تا ۴۹ سال بود و ۴۸/۲ درصد از آنان مدرک تحصیلی کاردانی و کارشناسی داشتند (جدول ۳).

در فاز دوم مطالعه از سیستم خبرگان برای تکمیل ماتریس وزن دهی استفاده شد. این خبرگان شامل اعضای هیئت علمی بودند که سابقه کار در صنعت داشتند و همین طور کارشناسان صنایع فلزی که با مفاهیم تاب‌آوری آشنایی داشتند.

بیشترین وزن مربوط به زیرمقیاس تعهد مدیریت (۰/۲۳۵) و پس از آن آمادگی در برابر شرایط اضطراری (۰/۲۲۷) و کمترین آن مربوط به انعطاف پذیری (۰/۱۱۶) بود. در حیطه آگاهی بیشترین وزن مربوط به آیتم گزارش مشکلات با وزن نسبی ۰/۲۳۷ و وزن نهایی ۰/۰۳۴۴ بود (جدول ۴).

بیشترین نمره تاب‌آوری در هرکدام از حیطه‌ها مربوط به آمادگی با ۴/۰۶ و در کل ۳/۶۹۴ بود که با محاسبه نمره وزن دهی شده ملاحظه می شود که بیشترین نمره مربوط به حیطه آمادگی با نمره ۰/۹۲۱ و نمره کل تاب‌آوری با وزن دهی ۰/۶۱۹ بود (جدول ۵).

در حیطه آگاهی کم اهمیت ترین آیتم مربوط به آیتم تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه است. در حیطه آمادگی مهم ترین آیتم دستورالعمل پیشگیرانه و کم اهمیت ترین آن واکنش در شرایط اضطراری بود. در سایر حیطه‌ها نیز مهم ترین آیتم‌ها به ترتیب روند جریان اطلاعات، منابع انسانی، سرزنش نکردن بابت خطاها، حدود مجاز کاری و کم اهمیت ترین آیتم‌ها به ترتیب بررسی حوادث، برنامه آموزشی، درک خطاها، ظرفیت انعطاف بود (جدول۶).

جدول ۳: توزیع فراوانی ویژگی‌های دموگرافیک کارکنان شرکت‌های صنایع فلزی کاشان

متغیر	گروه ها	تعداد	درصد
سن	کمتر از ۳۰ سال	۱۸	۱۶/۴
	بین ۳۰ تا ۳۹ سال	۴۵	۴۰/۹
	بین ۴۰ تا ۴۹ سال	۴۵	۴۰/۹
	بیشتر از ۵۰ سال	۲	۱/۸
تحصیلات	دیپلم و کمتر	۴۶	۴۱/۸
	کاردانی و کارشناسی	۵۳	۴۸/۲
	کارشناسی ارشد	۱۱	۱۰
سابقه کار	کمتر از ۵ سال	۲۲	۲۰
	۵ تا ۱۰ سال	۳۲	۲۹/۱
	۱۰ تا ۲۰ سال	۴۹	۴۴/۵
	۲۰ تا ۳۰ سال	۷	۶/۴
سمت	انبار	۲۴	۲۱/۸
	تعمیرات و تأسیسات	۲۱	۱۹/۱
	تولید	۳۵	۳۱/۸
	سایر	۳۰	۲۷/۳

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.61186/johe.9.1.46]

جدول ۴: وزن شاخص‌های ارزیابی کمّی شاخص‌های مهندسی تاب‌آوری در صنایع فلزی کاشان با استفاده از روش AHP

شاخص اصلی	وزن نهایی خرده مقیاس ها	شاخص فرعی	ورن نسبی (Local)	وزن نهایی آیتم ها
آگاهی	۰/۱۴۵	گزارش مشکلات	۰/۲۳۷	۰/۰۳۴۴
		حفاظت اطلاعات	۰/۰۷۳	۰/۰۱۰۶
		مکانیسم ارتباطات	۰/۰۲۶	۰/۰۰۳۸
		همکاری گروهی	۰/۱۲۶	۰/۰۱۸۳
		بار کاری	۰/۰۳۸	۰/۰۰۵۶
		ارتباط بین افراد	۰/۰۵۳	۰/۰۰۷۷
		وظایف و مهارت های افراد	۰/۰۲۵	۰/۰۰۳۶
		اطلاع از محدودیت ها	۰/۰۶۴	۰/۰۰۹۳
		تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه	۰/۱۸۵	۰/۰۲۶۹
		اقدامات پیشگیرانه	۰/۱۷۳	۰/۰۲۵۱
آمادگی در برابر شرایط اضطراری	۰/۲۲۷	برنامه واکنش در شرایط اضطراری	۰/۰۴۲	۰/۰۰۹۵
		شناسایی خطرات	۰/۰۷۴	۰/۰۱۶۸
		الزامات ایمنی	۰/۲۷۳	۰/۰۶۱۹
		سیستم هشدار	۰/۱۸۶	۰/۰۴۲۲
		دستورالعمل‌های پیشگیرانه	۰/۲۳۴	۰/۰۵۳۰
		آموزش آمادگی در برابر شرایط اضطراری	۰/۱۹۱	۰/۰۴۳۳
فرهنگ یادگیری	۰/۱۳۳	انتشار اطلاعات	۰/۲۸۲	۰/۰۳۷۵
		روند جریان اطلاعات	۰/۳۴۱	۰/۰۴۵۴
		مدیریت جریان کار	۰/۱۰۲	۰/۰۱۳۵
		تجارب واقعی کاری	۰/۱۰۸	۰/۰۱۴۴
		تطابق های موضعی	۰/۰۴۵	۰/۰۰۶۰
		محتوای مستندات	۰/۰۳۵	۰/۰۰۴۶
		موجود بودن مستندات	۰/۰۱۷	۰/۰۰۲۲
		تجزیه وتحلیل رخدادها	۰/۰۵۲	۰/۰۰۶۹
		بررسی حوادث	۰/۰۱۹	۰/۰۰۲۵
تعهد مدیریت	۰/۲۳۵	منابع انسانی	۰/۳۴۹	۰/۰۸۲۲
		منابع مالی و تجهیزات	۰/۰۸۳	۰/۰۱۹۵
		تعهد به ایمنی	۰/۴۲	۰/۰۱۰۰
		خط مشی ایمنی	۰/۱۸۴	۰/۰۴۳۲
		مدیریت دستورالعمل ها	۰/۱۵	۰/۰۳۵۴
		برنامه‌های آموزشی	۰/۰۳۵	۰/۰۰۸۲
		انتخاب افراد ذی صلاح	۰/۱۵۷	۰/۰۳۶۹
فرهنگ گزارش دهی	۰/۱۴۴	گزارش انحراف از محدوده ها	۰/۲۵۱	۰/۰۳۶۲
		درک خطاها	۰/۱۷۳	۰/۰۲۴۸
		قبول خطاها	۰/۱۸۷	۰/۰۲۶۸
		سرزنش نکردن بابت خطاها	۰/۲۰۹	۰/۰۳۰۱
		ارزیابی‌های هم زمان	۰/۱۸	۰/۰۲۵۹
انعطاف پذیری	۰/۱۱۶	توانایی کنترل شرایط پیش بینی نشده	۰/۳۴۷	۰/۰۴۰۲
		ظرفیت انعطاف	۰/۰۵۶	۰/۰۰۶۵
		میزان به‌کارگیری تجارب افراد توسط مدیران	۰/۲۰۳	۰/۰۲۳۵
		حدود مجاز کاری	۰/۲۸۷	۰/۰۳۳۲
		گزارش انطباق ها	۰/۰۶	۰/۰۰۷۰

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.61186/johe.9.1.46]

جدول ۵: نمره زیرمؤلفه‌های مهندسی تاب‌آوری با و بدون وزن دهی

شاخص های اصلی	نمره (بدون وزن دهی)	وزن هر مولفه	نمره (با وزن دهی)	اولویت
آگاهی	۳/۵۳۹۵	۰/۱۴۵	۰/۵۱۳	۴
آمادگی در برابر شرایط اضطراری	۴/۰۶۱۰	۰/۲۲۷	۰/۹۲۱	۱
فرهنگ یادگیری	۳/۶۵۲۴	۰/۱۳۳	۰/۴۸۵	۵
تعهد مدیریت	۳/۶۲۸۲	۰/۲۳۵	۰/۸۵۲	۲
فرهنگ گزارش دهی	۳/۵۹۱۵	۰/۱۴۴	۰/۵۱۷	۳
انعطاف پذیری	۳/۶۹۲۹	۰/۱۱۶	۰/۴۲۸	۶
نمره کل	۳/۶۹۴	۱	۰/۶۱۹	

جدول ۶: اولویت بندی زیرمعیارهای هریک از شاخص‌های تاب‌آوری در صنایع فلزی کاشان

ردیف	شاخص	مهم ترین زیرمعیار	امتیاز	کم اهمیت ترین زیرمعیار	امتیاز
۱	آگاهی	تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه	۳/۹۶	مکانیسم ارتباطات	۳/۱۲
۲	آمادگی در برابر شرایط اضطراری	دستورالعمل پیشگیرانه	۴/۲۹	واکنش در شرایط اضطراری	۳/۵۳
۳	فرهنگ یادگیری	روند جریان اطلاعات	۴/۴۲	بررسی حوادث	۳/۰۷
۴	تعهد مدیریت	منابع انسانی	۴/۰۲	برنامه آموزشی	۳/۳۴
۵	فرهنگ گزارش دهی	سرزنش نکردن بابت خطاها	۳/۶۴	درک خطاها	۳/۵۱
۶	انعطاف پذیری	حدود مجاز کاری	۳/۹۴	ظرفیت انعطاف	۳/۲۸

بحث

در این مطالعه شاخص های مهندسی تاب‌آوری محاسبه و با استفاده از روش AHP وزن دهی و اولویت‌بندی شد. بر اساس یافته‌های این مطالعه، در حیطه آگاهی آیتم مربوط به گزارش مشکلات، در حیطه آمادگی آیتم الزامات ایمنی، در حیطه فرهنگ یادگیری آیتم روند جریان اطلاعات، در حیطه تعهد مدیریت آیتم منابع انسانی، در حیطه فرهنگ گزارش دهی آیتم گزارش انحراف از محدوده‌ها و در حیطه انعطاف پذیری آیتم توانایی کنترل شرایط پیش بینی نشده بیشترین اهمیت را داشته اند. همچنین مهم‌ترین حیطه مهندسی تاب‌آوری مربوط به تعهد مدیریت و پس از آن آمادگی در برابر شرایط اضطراری و کمترین اهمیت مربوط به حیطه انعطاف پذیری و پس از آن فرهنگ یادگیری است.

در پژوهشی که آزاده و همکاران به منظور سنجش عوامل مؤثر بر تاب‌آوری در یک کارخانه پتروشیمی با استفاده از روش Fuzzy Cognitive Map برای اولویت‌بندی حیطه‌ها انجام دادند، مهم‌ترین حیطه‌ها مربوط به آمادگی در برابر شرایط اضطراری و آگاهی بود [۴]. همچنین در مطالعه دیگری که آزاده و همکاران (۲۰۱۷) انجام دادند، از فرایند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) به‌منظور به دست آوردن یک روش معتبر برای ارزیابی مهندسی تاب‌آوری در سازمان های نگهداری و تعمیرات در یک شرکت بزرگ صنایع گاز استفاده شد. نتایج حاصل از پژوهش آن ها رابطه نزدیک بین عوامل تاب‌آوری و عملکرد شکل دهنده برای اپراتورهای نگهداری عمومی را تأیید کرد [۵]. همچنین آزاده و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه دیگری چارچوب هوشمندی را برای ارزیابی بهره وری و تحلیل منابع انسانی در یک کارخانه بزرگ پتروشیمی ارائه کردند. دراین چارچوب برای محاسبه کارایی از روش شبکه های عصبی مصنوعی (ANN) استفاده شد. چارچوب پیشنهادی مزایای قابل توجهی را برای سیستم های حیاتی ایمنی، مدیران و کارکنان فراهم می‌کند [۱۸]. در مطالعه دیگری ارسی و همکاران (۲۰۱۵) در واحدهای عملیاتی شرکت ملی حفاری ایران مهندسی تاب‌آوری را ارزیابی کمّی کردند. در این پژوهش شش شاخص مهندسی تاب‌آوری انتخاب و اولویت‌بندی اقدامات اصلاحی مشخص شد. آن ها بیان داشتند تعهد، مدیریت و فرهنگ موجود در سازمان مهم‌ترین عوامل تعیین کننده سطح تاب‌آوری شرکت، نیروی کار باتجربه مهم‌ترین نقطه قوت سازمان و تأثیر مشکلات مالی بر ایمنی و تاب‌آوری مهم‌ترین چالش پیش رو هستند [۱۳].

نتایج این مطالعه با یافته‌های آزاده و همکاران (۱۳۹۲) که آگاهی، آمادگی و انعطاف پذیری را مهم‌ترین شاخص‌ها بیان کرده بودند و همین طور با یافته‌های امیدوار و همکاران (۱۳۹۵) که تعهد مدیریت، آگاهی و آمادگی را به ترتیب مهم ترین شاخص‌ها بیان کرده بودند، مطابقت ندارد [۵]. این تفاوت در یافته‌ها ممکن است به دلیل تفاوت در نوع و ماهیت صنایع، سطح پیاده سازی اصول ایمنی با توجه به سطح خطر این صنایع باشد. بدین ترتیب که اصولاً صنایع پتروشیمی سطح خطر بیشتری نسبت به صنایع فلزی دارند و به همین دلیل نحوه پیاده سازی مباحث ایمنی در این صنایع نسبت به صنایع فلزی متفاوت است. از دیگر دلایل تفاوت در یافته‌ها می توان به تفاوت در دیدگاه‌های متخصصان ایمنی نسبت به مباحث ایمنی اشاره کرد.

همچنین نتایج نشان داد از بین ۶ شرکت ارزیابی شده، برخی از نظر تاب‌آوری نمره بیشتر (شرکت‌های ۱، ۲ و ۵) و برخی نمره

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.61186/johe.9.1.46]

کمتری (شرکت ۶) گرفتند که این یافته با یافته‌های شیرعلی و همکاران (۱۳۹۴) که در سطح بیمارستانی انجام شده بود [۶]، بنا بر سطوح متفاوت خطر صنایع فلزی و بیمارستان و همین طور دیدگاه متخصصان مطابقت ندارد.

مطالعات زیادی در خارج از کشور در زمینه سنجش تاب‌آوری با استفاده از روش AHP انجام شده است که البته هیچ کدام مربوط به صنایع فلزی نبوده است. Hosseini و همکاران (۲۰۱۹) در آمریکا پژوهشی را به منظور انتخاب بهترین شرکت تأمین کننده قطعات بر اساس معیارهای تاب‌آوری و روش AHP انجام دادند. در این مطالعه برای طراحی مدل پیش بینی از ترکیب رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد که به چهار معیار اساسی ارزیابی عملکرد برای رتبه بندی شرکت های تأمین کننده دست یافت. درنهایت یک مطالعه موردی برای انتخاب بهترین تأمین کننده مواد خام پلاستیک انجام شد [۱۹]. در مطالعه Alshehri و همکاران (۲۰۱۵) عوامل تاب‌آوری در مدیریت بلایا ارزیابی ش و با روش AHP اولویت‌بندی شد که نتایج نشان داد ابعاد سلامتی و بهداشت، مدیریت محیط، اقتصاد و ارتباطات به ترتیب در اولویت قرار گرفتند [۲۰].

در مطالعه Tadic و همکاران (۲۰۱۴) تاب‌آوری سازمانی و اولویت‌بندی آن با روش تصمیم گیری چندمتغیره فازی و AHP بررسی شد. نتایج نشان داد ارزیابی و اولویت‌بندی عوامل تاب‌آوری سازمانی باید به عنوان بخشی از فعالیت های سازمانی مورد توجه قرار گیرد [۲۱]. در مطالعه Rosa و همکاران (۲۰۱۷) رویکرد مهندسی تاب‌آوری در زمینه ایمنی پایدار در صنایع ساختمانی ارزیابی و با استفاده از روش AHP عوامل مربوطه اولویت‌بندی شد. نتایج نشان داد استفاده از این دو موضوع شرایط مناسبی را برای بهبود وضع ایمنی ایجاد می‌کند [۲۲].

با توجه به نتایج به‌دست آمده از اولویت‌بندی و وزن دهی شاخص‌ها در راستای ارتقا و بهبود شاخص‌هایی با نمره کمتر پیشنهاد می شود کارشناسان صنایع اولویت را روی آن شاخص‌ها قرار دهند و با تدوین برنامه‌های مناسب در راستای افزایش نمره آن شاخص ها و درنهایت افزایش نمره کل تاب‌آوری تلاش کنند.

از نقاط قوت مطالعه حاضر می توان به این اشاره کرد که این مطالعه اولین مطالعه انجام شده در حوزه صنایع فلزی با روش AHP است. ازجمله محدودیت‌ها نیز می توان به شرایط سخت جمع‌آوری داده‌ها به علت شیوع پاندمی کووید-۱۹ اشاره کرد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، تغییر در متغیرهای تأثیرگذار بر سطح تاب‌آوری شرکت‌ها و بهبود آن ها می تواند به بهبود سطح کلی تاب‌آوری شرکت‌ها و تقویت سطح ایمنی آن ها کمک کند.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق ۶ شرکت در زمینه صنایع فلزی در شهرستان کاشان بررسی شدند. از میان شرکت های مطالعه‌شده، شرکت های ۱، ۲ و ۵ به ترتیب با امتیاز نهایی ۰/۰۹۵۲، ۰/۰۹۱۶ و ۰/۰۹۱۵ بالاتر از سایر شرکت ها و در رتبه های یک تا سه قرار گرفتند. کمترین امتیاز مربوط به شرکت ۶ (با امتیاز نهایی ۰/۰۸۶۵) بود.

تشکر و قدردانی

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از مشارکت کنندگان در جمع‌آوری داده‌ها صمیمانه تشکر کنند. این مطالعه با عنوان «ارزیابی کمّی شاخص‌های مهندسی تاب‌آوری در صنایع فلزی کاشان با استفاده از روش AHP» در دانشگاه علوم پزشکی کاشان تصویب (کد طرح: ۹۹۱۸۸) و در کمیته اخلاق دانشگاه تأیید شد (IR.KAUMS.NUHEPM.REC.1399.072).

تضاد منافع

بین هیچ‌یک از عوامل مشارکت کننده در تولید مقاله (حامیان مالی، پشتیبانان علمی و نویسندگان) تعارض منافع وجود ندارد.

REFERENCES

1. Nodoushan RJ, Kamei Z, Khodarahmi F, Kakaei HA, Hajian N. Risk assessment of ilam gas refinery based on william fine method in 2012. *J Community Health Res*. 2014;**3**(1):49-58.
2. Herrera IA. Proactive safety performance indicators. [Ph.D. Thesis] Trondheim: Norwegian University of Science and Technology; 2012.
3. Costella MF, Saurin TAde Macedo Guimarães LB. A method for assessing health and safety management systems from the resilience engineering perspective. *Saf Sci*. 2009;**47**(8):1056-67. DOI: 10.1016/j.ssci.2008.11.006
4. Azadeh A, Salehi V, Arvan M, Dolatkhah M. Assessment of resilience engineering factors in high-risk environments by fuzzy cognitive maps: A petrochemical plant. *Saf Sci*. 2014;**68**:99-107. DOI: 10.1016/j.ssci.2014.03.004
5. Azadeh A, Asadzadeh SM, Tanhaeean M. A consensus-based AHP for improved assessment of resilience engineering in maintenance organizations. *J Loss Prev Process Ind*. 2017;**47**:151-60. DOI: 10.1016/j.jlp.2017.02.028
6. Shirali GA, Motamedzade M, Mohammadfam I, Ebrahimipour V, Moghimbeigi A. Assessment of resilience engineering factors based on system properties in a process industry. *Cogn Technol Work*. 2016;**18**(1):19-31. DOI: 10.1007/s10111-015-0343-1
7. Hamilton MC, Lambert JH, Connelly EB, Barker K. Resilience analytics with disruption of preferences and lifecycle cost analysis for energy microgrids. *Reliab Eng Syst Saf*. 2016;**150**:11-21. DOI: 10.1016/j.ress.2016.01.005
8. Azadian S, Shirali GA, Saki A. Designing a questionnaire to assess crisis management based on a resilience engineering approach. *Jundishapur J Health Sci*. 2014;**6**(1):245-56.
9. Shirali GhA, Azadian SH, Saki A. A new framework for assessing hospital crisis management based on resilience engineering approach. *Work (Reading, Mass)*. 2016; **54**(2):435-44. PMID: 27315414 DOI: 10.3233/wor-162329
10. Hollnagel E, Woods DD. Epilogue: Resilience engineering precepts: Concepts and precepts. UK: Ashgate; 2006.
11. Omidvar M, Mazlomi A, MohammadFam I, Rahimi Foroushani A, Nirumand F. Development of a framework for assessing organizational performance based on resilience engineering and using fuzzy AHP method: A case study of petrochemical plant. *J Health Saf Work*. 2016;**6**(3):43-58. [Persian]
12. Jafari Nodoushan R, Jafari MJ, Shirali GA, Khodakarim S, Khademi Zare H, Hamed Monfared AA. Identifying and ranking of organizational resilience indicators of refinery complex using fuzzy TOPSIS. *J Health Saf Work*. 2017;**7**(3):219-32. [Persian]
13. Arassi M, Mohammadfam I, Shirali G, Moghimbeigi A.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.61186/johe.9.1.46]

Quantitative assessment of Resilience in the operatives unitsof National Iranian Drilling Company (regional study: Khuzestan.). *J Health Saf Work*. 2015;**4**(4):21-28. [Persian]
14. Triantaphyllou E, Mann SH. Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: some challenges. *Int J Ind Eng Theory Appl Pract*. 1995;**2**(1):35-44.
15. Li D, Tian M. The empirical study of performance evaluation on the specialized cooperative organizations of farmers in sichuan by AHP. *Manag Sustain.* 2012;**2**(1). DOI: 10.5539/ jms.v2n1p200
16. Ghodsipour SH. Analytical hierarchy process (AHP). Publication of Amirkabir University; 2012.
17. Delbari SA, Davoudi SA. Application of analytical hierarchy process (Ahp) for ranking the evaluation indicators of tourism attractions. *Oper Res*. 2012;**9**(2):57-79. [Persian]
18. Azadeh A, Zarrin M. An intelligent framework for productivity assessment and analysis of human resource from resilience engineering, motivational factors, HSE and ergonomics perspectives. *Saf Sci*. 2016;**89**:55-71. DOI: 10.1016/j.ssci.2016.06.001
19. Hosseini SM, Khaled AA. A hybrid ensemble and AHP approach for resilient supplier selection. *J Intell Manuf*. 2019;**30**(4):207-28. DOI:10.1007/s10845-016-1241-y
20. Alshehri SA., Rezgui Y, Hajiiang LI. Disaster community resilience assessment method: a consensus-based Delphi and AHP approach. *Nat Hazards***.** 2015;**78**(1):395-416. DOI:10.1007/s11069-015-1719-5
21. Tadic D, Aleksic A, Stefanovic M, Arsovski S. Evaluation and ranking of organizational resilience factors by using a two-step fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS. *Math Probl Eng*. 2014;**4**:1-13. DOI:10.1155/2014/418085
22. Rosa LV, Franca JEM, Haddad AN, Carvalho PVR. A resilience engineering approach for sustainable safety in green construction. *J Sustain De Energy Water Environ Syst*. 2017;**5**(4):480-495. DOI:10.13044/j.sdewes.d5.0174

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.61186/johe.9.1.46]